

PERBANDINGAN METODE *SHEWHART \bar{X}* DENGAN METODE *EXPONENTIALLY WEIGHTED MOVING AVERAGE* DALAM MENDETEKSI PERGERAKAN RATA-RATA

Fadilah Turrahmah, Evy Sulistianingsih, Helmi

INTISARI

Diagram kendali merupakan teknik yang sering digunakan untuk melakukan kontrol terhadap variabilitas dan pergerakan rata-rata hasil produksi. Diagram kendali yang sering digunakan untuk melihat pergerakan rata-rata dalam hasil produksi yaitu diagram kendali Shewhart \bar{X} dan diagram kendali Exponentially Weighted Moving Average (EWMA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada diagram kendali Shewhart \bar{X} , hasil produksi Ring Piston terkendali. Diagram kendali Shewhart \bar{X} menunjukkan tidak terdapat titik-titik observasi yang berada diluar batas kendali. Sedangkan diagram kendali EWMA menunjukkan bahwa hasil produksi Ring Piston tidak terkendali. Terdapat titik-titik observasi yang berada diluar batas kendali pada saat menggunakan pembobot $\lambda = 0,02$. Namun, pada saat menggunakan pembobot λ yang lebih besar yaitu 0,05, 0,1, 0,2, 0,5 dan 0,9 tidak terdapat titik observasi yang berada diluar batas kendali. Titik –titik observasi berada di dalam batas kendali yang menunjukkan bahwa proses produksi Ring Piston terkendali pada saat menggunakan pembobot yang lebih besar. Dari kedua analisis didapat kesimpulan bahwa diagram kendali EWMA lebih efektif dibandingkan diagram kendali Shewhart \bar{X} dalam mendeteksi pergerakan rata-rata pada proses produksi Ring Piston Automobil.

Kata Kunci : EWMA, Diagram Kendali, Kualitas.

PENDAHULUAN

Memasuki era globalisasi, persaingan dalam dunia industri semakin ketat. Setiap perusahaan berlomba untuk menghasilkan produk terbaik guna merebut pangsa pasar [1]. Begitu pula pada perusahaan yang bergerak dalam produksi Ring Piston Automobil. Perusahaan akan menghasilkan Ring Piston yang sesuai dengan pangsa pasar. Namun, dalam banyak proses produksi, sebaik dan sehati-hati apapun proses produksi yang dijalankan akan selalu terdapat variabilitas terhadap hasil produksi [2]. Variabilitas biasanya disebabkan oleh mesin yang tidak wajar, kesalahan operator, atau bahan baku yang cacat. Variabilitas yang disebabkan oleh hal tersebut dinamakan variabilitas dengan sebab-sebab terduga. Variabilitas dengan sebab-sebab terduga dikatakan tidak terkendali. Untuk menyidik terjadinya sebab-sebab terduga dalam proses produksi, diperlukan suatu teknik pengendalian proses statistik.

Karakteristik kualitas pada Ring Piston merupakan karakteristik kualitas variabel. Sudah merupakan praktek yang standar untuk mengendalikan nilai rata-rata karakteristik kualitas pada produksi Ring Piston. Pengendalian rata-rata proses biasanya menggunakan diagram kendali untuk rata-rata yaitu diagram kendali Shewhart \bar{X} . Namun, jika dalam proses produksi terdapat pergerakan-pergerakan nilai rata-rata yang kecil diagram kendali Shewhart \bar{X} kurang baik dalam mendeteksinya. Oleh karena itu dibutuhkan diagram kendali lain untuk mengatasi masalah keragaman hasil produksi. Diagram kendali Exponentially Weighted Moving Average (EWMA) efektif untuk mendeteksi pergerakan-pergerakan nilai rata-rata yang kecil dalam proses produksi [3].

Tujuan penelitian ini adalah bagaimana mendeteksi pergerakan rata-rata dalam proses produksi menggunakan diagram kendali Shewhart \bar{X} dan diagram kendali EWMA. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah pendeteksian pergerakan rata-rata dalam produksi Ring Piston dengan membandingkan diagram kendali Shewhart \bar{X} dan diagram kendali EWMA. Pada diagram kendali EWMA bobot λ yang digunakan yaitu 0,02, 0,05, 0,1, 0,2, 0,5 dan 0,9.

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah mengumpulkan data *Ring Piston* Automobil dalam satuan milimeter. Data *Ring Piston* terdiri dari 125 observasi yang berasal dari 25 waktu pengamatan dan 5 pengambilan setiap waktu pengamatan. Setelah menginput data, selanjutnya dilakukan analisis terhadap rata-rata produksi *Ring Piston* menggunakan diagram kendali *Shewhart* \bar{X} dan diagram kendali EWMA. Kemudian ditentukan batas-batas kendali pada diagram kendali *Shewhart* \bar{X} dan diagram kendali EWMA. Setelah itu dibentuk plot data untuk diagram kendali *Shewhart* \bar{X} dan juga diagram kendali EWMA. Plot data dibentuk untuk melihat adanya indikasi pergerakan rata-rata dalam proses produksi *Ring Piston* Automobil.

DIAGRAM KENDALI SHEWHART

Diagram kendali *Shewhart* merupakan diagram kendali kualitas hasil produksi. Terdapat tiga garis penting pada diagram kendali yaitu :

1. Garis tengah yang menyatakan nilai rata-rata yang disebut *Centre Line* (CL).
2. Batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL).
3. Batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (LCL).

Diagram kendali *Shewhart* dikategorikan menjadi dua kelompok yaitu diagram kendali atribut dan diagram kendali variabel. Untuk karakteristik kualitas pada diameter *Ring Piston* menggunakan diagram kendali variabel. Terdapat beberapa jenis diagram kendali variabel yaitu :

1. Diagram kendali \bar{X} , yaitu diagram kendali untuk mengontrol rata-rata proses.
2. Diagram kendali R , yaitu diagram kendali untuk mengontrol variabilitas proses.
3. Diagram kendali S , yaitu diagram kendali untuk mengontrol variabilitas proses.

Diagram kendali R dan S digunakan untuk melihat seberapa besar keragaman kualitas hasil produksi. Biasanya diagram kendali \bar{X} dibuat bersamaan dengan diagram kendali R dan S . Diagram kendali \bar{X} dan R digunakan ketika $n \leq 10$ sedangkan diagram kendali \bar{X} dan S digunakan ketika $n > 10$.

DIAGRAM KENDALI SHEWHART R

Sebelum melakukan analisa terhadap pergerakan rata-rata menggunakan diagram kendali *Shewhart* \bar{X} , terlebih dahulu dianalisa penyebaran data proses produksi yaitu menggunakan diagram kendali *Shewhart* R . Batas-batas kendali untuk diagram kendali *Shewhart* R yaitu :

$$\begin{aligned} CL &= \bar{R} \\ UCL &= D_4 \bar{R} \\ LCL &= D_3 \bar{R} \end{aligned}$$

dimana $\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_m}{m}$ yaitu rata-rata *Range* dengan m adalah banyaknya subgrup.

D_3 & D_4 merupakan faktor untuk batas pengendali guna membentuk grafik pengendali variabel [5].

DIAGRAM KENDALI SHEWHART \bar{X}

Diagram kendali *Shewhart* \bar{X} merupakan diagram untuk melihat apakah nilai rata-rata bervariasi atau tidak dari waktu ke waktu. Pada penelitian ini subgrup yang digunakan adalah subgrup yang berukuran sama yaitu n . Jika $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_m$ adalah subgrup ke $1, 2, \dots, m$ masing-masing subgrup berukuran n maka rata-rata subgrup didefinisikan dengan $\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_m}{m}$

Batas-batas kendali untuk diagram kendali *Shewhart* \bar{X} yaitu :

$$\begin{aligned} CL &= \bar{\bar{X}} \\ UCL &= \bar{\bar{X}} + A_2 \\ LCL &= \bar{\bar{X}} - A_2 \end{aligned}$$

dimana $\bar{\bar{X}}$ yaitu rata-rata subgrup dan A_2 yaitu faktor untuk membentuk diagram kendali variabel [5].

DIAGRAM KENDALI EWMA

Diagram kendali EWMA merupakan alat pengendalian kualitas statistik yang biasa digunakan untuk menyelidiki dengan cepat adanya pergerakan rata-rata sebelum terlalu banyak unit yang tidak sesuai diproduksi. Diagram kendali EWMA memberikan bobot penghalus pada setiap data sampel. Pemberian bobot memberikan koreksi pada batas kendali dan mengubah pola plot sehingga dapat dideteksi lebih lanjut apakah proses sudah benar-benar terkendali atau tidak. Diagram kendali EWMA merupakan diagram kendali yang pembentukannya mengacu pada nilai Z_j [4], dengan nilai Z_j didefinisikan sebagai berikut :

$$Z_j = \lambda \bar{x}_j + (1 - \lambda)Z_{j-1},$$

dimana j merupakan indeks waktu, \bar{x}_j merupakan rata-rata sampel hasil produksi pada waktu ke- j , dan λ merupakan nilai pembobot dengan $0 < \lambda \leq 1$.

Seperti pada umumnya diagram kendali, pada diagram kendali EWMA juga terdapat tiga garis penting yaitu garis tengah atau *Center Line* (CL), batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL) dan batas kendali bawah *Lower Control Limit* (LCL). Batas-batas kendali pada diagram kendali EWMA yaitu :

$$\begin{aligned} CL &= \bar{\bar{X}} \\ UCL &= \bar{\bar{X}} + 3\sigma_{Z_j} \\ LCL &= \bar{\bar{X}} - 3\sigma_{Z_j} \end{aligned}$$

dimana $\bar{\bar{X}}$ adalah rata-rata subgrup dan σ_{Z_j} merupakan standar deviasi dari Z_j .

ANALISIS POLA DIAGRAM KENDALI

Terdapat beberapa kriteria untuk pengambilan keputusan suatu diagram kendali yang menunjukkan proses produksi terkendali atau tidak. Kriteria yang harus digunakan untuk melihat apakah proses dalam keadaan tidak terkendali yaitu [5]:

1. Terdapat titik-titik observasi yang berada di luar batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL).
2. Terdapat titik observasi yang tidak acak dan menunjukkan kecenderungan membentuk kurva kontinu ataupun *trend* atau siklis.
3. Terdapat 7 titik observasi yang berurutan yang terletak pada sisi yang sama (sisi atas atau sisi bawah) dari garis tengah.
4. Terdapat 2 dari 3 observasi yang berurutan berada di zona 2σ sampai 3σ pada sisi yang sama dari garis pusat.

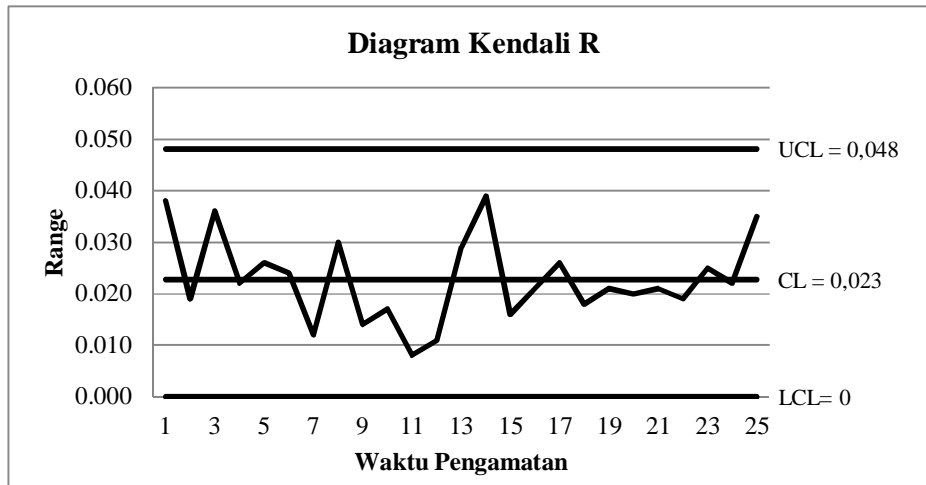
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pada penelitian ini menggunakan data diameter *Ring Piston* Automobil yang terdiri dari 125 observasi yang berasal dari 25 waktu pengamatan dan 5 waktu pengambilan setiap waktu pengamatannya [5]. Penelitian ini dibagi menjadi dua bagian. Bagian yang pertama yaitu menganalisa menggunakan diagram kendali *Shewhart \bar{X}* dan yang kedua yaitu menganalisa menggunakan diagram kendali EWMA untuk mendeteksi pergerakan rata-rata. Setelah itu membandingkan kedua analisis tersebut. Sebelum menganalisa menggunakan diagram kendali *Shewhart \bar{X}* , terlebih dahulu dianalisa penyebaran data proses produksi menggunakan diagram kendali *Shewhart R*.

Batas-batas kendali pada diagram kendali *Shewhart R* didapat:

$$\begin{aligned} \bar{R} &= 0,023 \\ UCL &= 0,481 \\ LCL &= 0. \end{aligned}$$

Variabilitas pada proses produksi Ring Piston dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Kendali R Pada Diameter *Ring Piston*

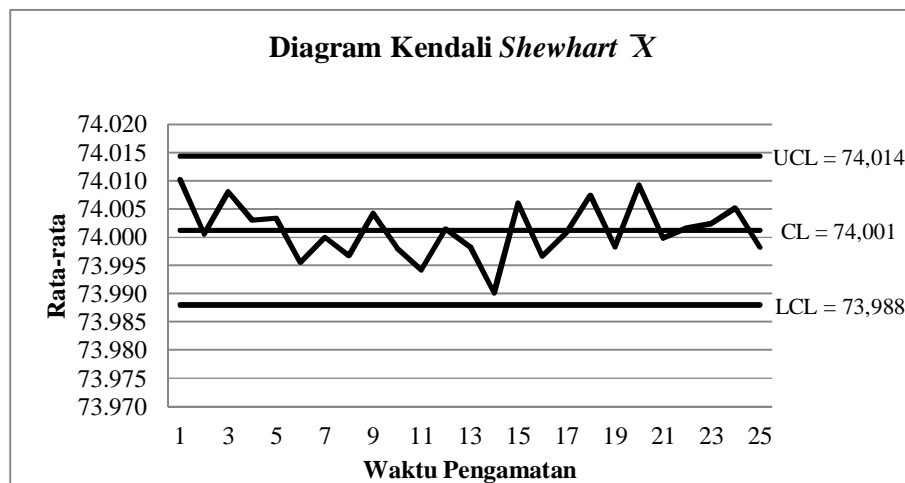
Diagram kendali R pada Gambar 1 menunjukkan bahwa variabilitas proses terkendali. Setelah itu menganalisis menggunakan diagram kendali *Shewhart* \bar{X} . Didapat batas-batas kendali pada diagram kendali *Shewhart* \bar{X} , yaitu :

$$CL = \bar{\bar{X}} = 74,001$$

$$UCL = 74,014$$

$$LCL = 73,988$$

Diagram kendali *Shewhart* \bar{X} pada diameter *Ring Piston* dengan 25 pengamatan dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.

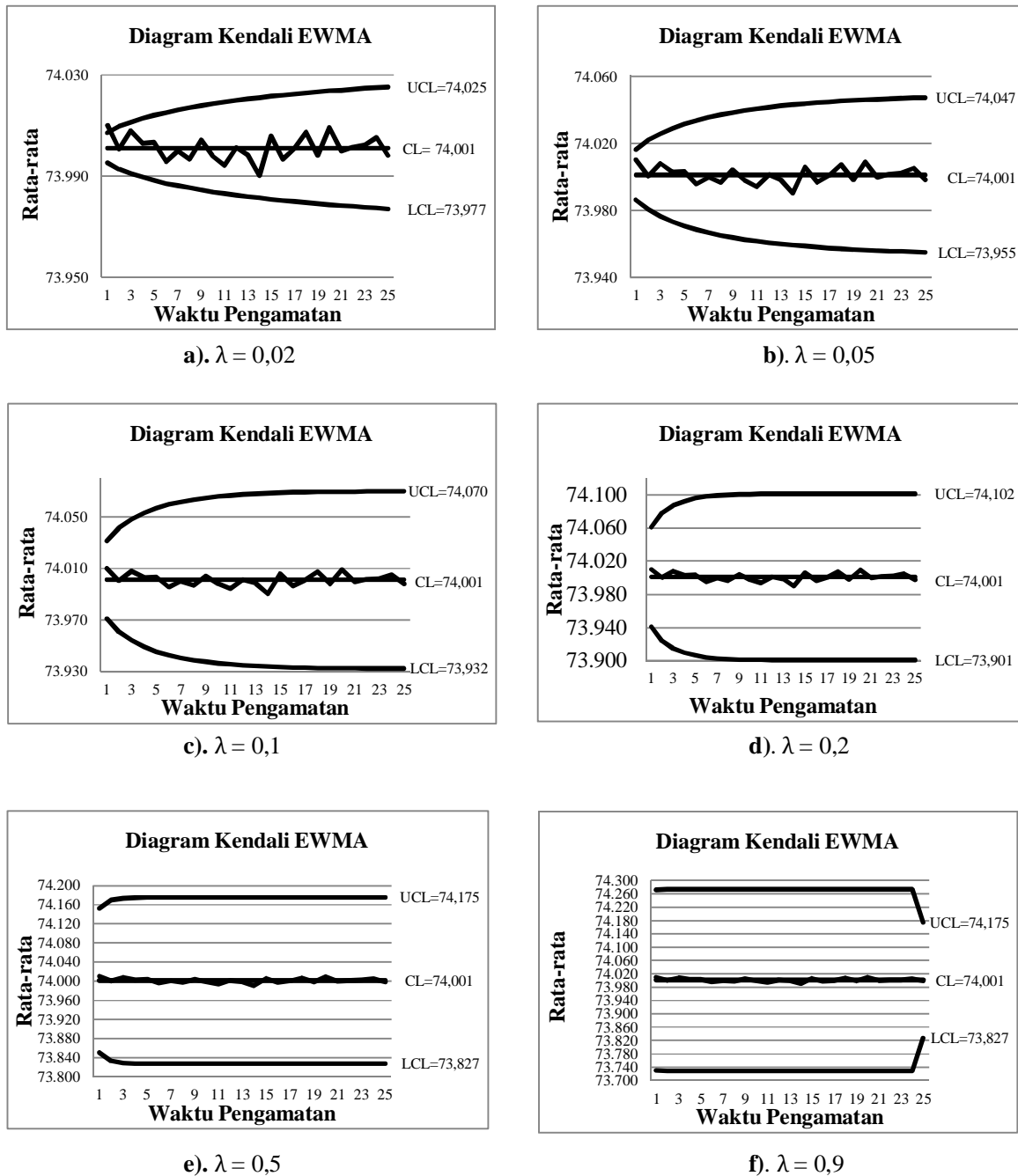


Gambar 2. Diagram Kendali \bar{X} Pada Diameter *Ring Piston* Automobil

Gambar 2 menunjukkan bahwa semua titik berada di dalam batas kendali. Tidak terlihat adanya indikasi pergerakan rata-rata diameter *Ring Piston* sehingga disimpulkan bahwa proses produksi *Ring Piston* terkendali. Analisis selanjutnya yaitu menggunakan diagram kendali EWMA.

Pada penelitian ini dilakukan analisis menggunakan diagram kendali EWMA dengan pembobot $\lambda=0,02$, $\lambda=0,05$, $\lambda=0,1$, $\lambda=0,2$, $\lambda=0,5$, dan $\lambda=0,9$. Hasil dari analisis ini terbagi pada Gambar 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, dan 3f.

Berikut merupakan digram kendali EWMA pada diameter *Ring Piston* dengan bobot λ 0,05, 0,1, 0,2, 0,5 dan 0,9.



Gambar 3. Diagram Kendali EWMA Untuk Rata-rata Diameter *Ring Piston* Automobil.

Gambar 3a). menunjukkan bahwa pada saat menggunakan $\lambda = 0,02$ terlihat titik-titik menyebar secara acak disekitar garis tengah. Namun, terdapat 1 titik yang berada diluar batas kendali yaitu pada titik pertama, sehingga dikatakan proses tidak terkendali pada saat menggunakan $\lambda=0,02$. Gambar 3b), 3c), 3d), 3e), dan Gambar 3f) menunjukkan bahwa pada saat menggunakan λ yang lebih besar yaitu 0,05, 0,1, 0,2, 0,5, dan 0,9, tidak terdapat titik yang berada diluar batas kendali, sehingga dikatakan proses terkendali pada saat menggunakan bobot λ yang lebih besar.

Diagram-diagram kendali diatas menunjukkan bahwa semakin besar pembobot yang digunakan pada diagram kendali EWMA , maka batas-batas kendali semakin melebar dan titik-titik observasi tidak ada yang berada diluar batas kendali. Dari diagram kendali EWMA dengan pembobot diatas, didapat pembobot yang lebih efektif untuk mendeteksi pergerakan rata-rata yaitu pada saat menggunakan pembobot $\lambda=0,02$. Pada saat menggunakan bobot $\lambda=0,02$, terlihat adanya indikasi pergerakan rata-rata pada waktu pengamatan pertama.

KESIMPULAN

Diagram Kendali *Shewhart \bar{X}* menunjukkan bahwa rata-rata hasil produksi *Ring Piston* terkendali. Diagram kendali *Shewhart \bar{X}* menunjukkan tidak terdapat titik-titik observasi yang berada diluar batas kendali. Sedangkan diagram kendali EWMA menunjukkan bahwa hasil produksi *Ring Piston* tidak terkendali. Terdapat titik-titik observasi yang berada diluar batas kendali pada saat menggunakan pembobot $\lambda = 0,02$. Namun, pada saat menggunakan pembobot λ yang lebih besar yaitu 0,05, 0,1, 0,2, 0,5 dan 0,9 tidak terdapat titik observasi yang berada diluar batas kendali. Titik –titik observasi berada di dalam batas kendali yang menunjukkan bahwa proses produksi *Ring Piston* terkendali pada saat menggunakan pembobot yang lebih besar . Dari kedua analisis didapat kesimpulan bahwa diagram kendali EWMA lebih efektif dibandingkan diagram kendali *Shewhart \bar{X}* dalam mendeteksi pergerakan rata-rata pada proses produksi *Ring Piston Automobil*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Kotler, P., dan Armstrong, G., 2010. *Principle of Marketing*, 14th edition. Prentice Hall. New Jersey
- [2]. Arinda, A.M, dan Mukid, M.A., 2016, Penerapan Diagram Kontrol Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA) pada pengendalian Karakteristik Kualitas Air. *Jurnal Gaussian*. Vol5, No 1
- [3]. Kalgonda, A.A., Kosthi, V.V., and Ashokan, K.V., 2010. Exponentially Weighted Moving Average Control Chart. *Asian Journal Of Management Research*. ISSN 2229-3759.
- [4]. Antono, I., Santoso, N., Wilandari, Y., 2016, Komputasi Metode Exponentially Weighted Moving Average untuk pengendalian kualitas proses produksi menggunakan GUI MATLAB, *Jurnal Gaussian*, Volume 5, Nomor 4
- [5]. Montgomery, D.C., 1990, *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- [6]. Abbasi, S.A., 2010. On Sensitivity Of EWMA Control Chart for Monitoring Process Dispersion. *Proceedings of the World Congress on Engineering*. Vol.III.

FADILAH TURRAHMAH

: Jurusan Matematika FMIPA Untan, Pontianak,
fadilahturahma@yahoo.com

EVY SULISTIANINGSIH

: Jurusan Matematika FMIPA Untan, Pontianak,
evysulistianingsih@math.untan.ac.id

HELMI

: Jurusan Matematika FMIPA Untan, Pontianak,
helmi@math.untan.ac.id